**Первая производная тока по потенциалу для изучения необратимых реакций в вольтамперометрии: цистеин и метионин**

***Бибик К.В, Супрун Е.В.***

*Аспирант, 1 год обучения*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: k2so.878@gmail.com*

Аминокислоты цистеин (Цис) и метионин (Мет) способны окисляться на поверхности твердых электродов (из золота, платины, углеродных материалов) при достаточно высоких положительных потенциалах [1-4]. Электроактивность Цис и Мет обусловлена атомом серы в боковой цепи. Процесс окисления аминокислот необратим и рН-зависим. На циклических вольтамперограммах окисление Цис и Мет в нейтральных средах проявляется в виде волн увеличения тока (для Цис с выраженным максимумом) при потенциале около 0.6 В и 1.3 В, соответственно [1-4]. Вследствие размытости сигналов анализируемых веществ изучение подобных медленных реакций в вольтамперометрии затруднено. С целью решения данной проблемы, для обработки сигналов, имеющих форму волны, было предложено использовать представление вольтамперных кривых в виде первой производной тока по потенциалу (d*I*/d*E* – *E*). Подобный прием ранее использовали для обсчета амплификационных кривых в ПЦР-анализе [5]. Интересно, что данная функция заложена в программном обеспечении к потенциостату, но насколько нам известно, ранее для изучения медленных процессов в вольтамперометрии не использовалась. Первая производная тока по потенциалу преобразует аналитический сигнал из волны в пик с четким максимумом, что позволяет более точно определить потенциал максимума тока и величину аналитического сигнала на вольтамперограмме.

Реакции окисления Цис и Мет были исследованы на печатных графитовых электродах методами циклической (ЦВ) и квадратно-волновой (КВВ) вольтамперометрии в диапазоне потенциалов от 0.5 В до 1.5 В (отн. Ag/AgCl). В двух видах координат были построены и сравнены зависимости аналитического сигнала от параметров ЦВ и КВВ, рН буферного раствора (5.0–9.0), концентрации аминокислот. Полученные результаты доказывают адекватность замены обычной вольтамперограммы в координатах I – E на вольтамперогрограмму в координатах d*I*/d*E* – *E.* Показано, что на вольтамперограммах в координатах d*I*/d*E* – *E* максимумы пиков близки по значениям к потенциалам полуволн. Такое представление вольтамперных кривых может быть в дальнейшем использовано для изучения других трудно окисляемых или восстанавливаемых веществ, а также для исследования взаимодействий аминокислот, белков и пептидов с различными лигандами.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-13-00049,* [*https://rscf.ru/project/24-13-00049/*](https://rscf.ru/project/24-13-00049/)*.*

**Литература**

1. Enache T.A., Enculescu M., Bunea M.-C., Zubillaga E.A., Tellechea E., Aresti M., Lasheras, M., Asensio A.C., Diculescu V.C. Carbon Inks-Based Screen-Printed Electrodes for Qualitative Analysis of Amino Acids // Int. J. Mol. Sci. 2023. Vol. 24. № 1129.

2. Cheek G.T., Worosz M.A. Electrochemical Studies of L-Cysteine // ECS Trans*.* 2016. Vol. 72. P. 1-8.

3. Diculescu V.C., Enache T.A. Voltammetric and mass spectrometry investigation of methionine oxidation // J. Electroanal. Chem. 2019. Vol. 834. P. 124-129.

4. Enache T.A., Oliveira-Brett A.M. Boron doped diamond and glassy carbon electrodes comparative study of the oxidation behaviour of cysteine and methionine // Bioelectrochemistry. 2011. Vol. 81. P. 46-52.

5. Luu-The V., Paquet N., Calvo E., Cumps J. Improved Real-Time RT-PCR Method for High-Throughput Measurements using Second Derivative Calculation and Double Correction // BioTechniques. 2005. Vol. 38. P. 287-293.